

А.А. Абаринов

**Составление детализованных чертежей
металлических конструкций**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
А11

А11 **А.А. Абаринов**
Составление детализованных чертежей металлических конструкций / А.А. Абаринов – М.: Книга по Требованию, 2024. – 78 с.

ISBN 978-5-458-25223-2

Рассмотрены основные вопросы выполнения рабочих детализованных чертежей стальных конструкций. Приведены рекомендации по оформлению чертежей, способствующие быстрому и правильному их чтению. Даны примеры рабочих чертежей строительных конструкций. Книга предназначена для инженерно-технических работников проектных организаций и заводов, изготавливающих металлические конструкции, студентов вузов и учащихся техникумов

ISBN 978-5-458-25223-2

© Издание на русском языке, оформление
«УОУО Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

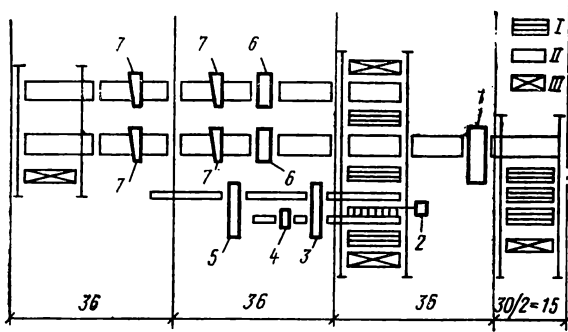


Рис. 3. Схема поточной линии для обработки листов
1 — листопрямляющая машина; 2 — кантователь листов; 3 — установка для автоматической сварки листов; 4 — установка для газовой резки; 5 — листопрямляющая машина; 6 — маркировочная машина; 7 — автоматические газорезущие машины; 8 — стеллажи для металла и деталей; 9 — рольганги; 10 — магнитный листоукладчик

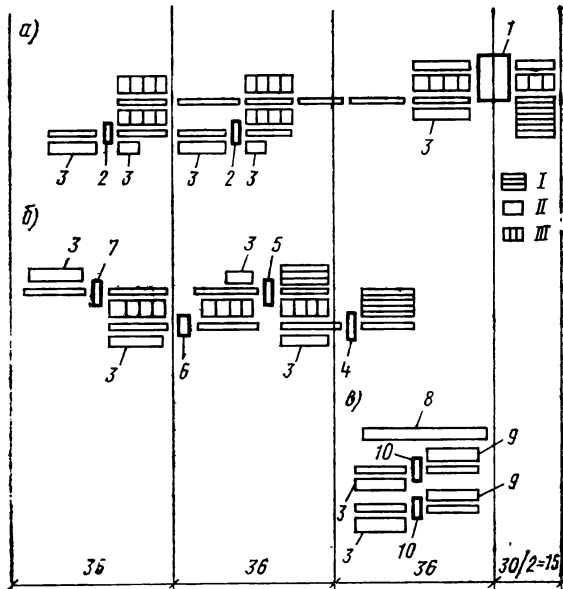


Рис. 4. Схемы поточных линий
а — для обработки уголков; б — для обработки двутавров и швеллеров; в — для обработки гнутых профилей; 1 — углопрямляющая машина; 2 — пресс-ножницы; 3 — сбрасыватели; 4 — горизонтальный правильно-гибочный пресс; 5 — дисковая пила; 6 — горизонтальный многошпиндельный сверлильный станок; 7 — то же, вертикальный; 8 — правильно-растяжная машина; 9 — подающий рольганг; 10 — дисковые пилы; 11 — стеллажи для металла; 12 — рольганги; 13 — поперечные транспортеры

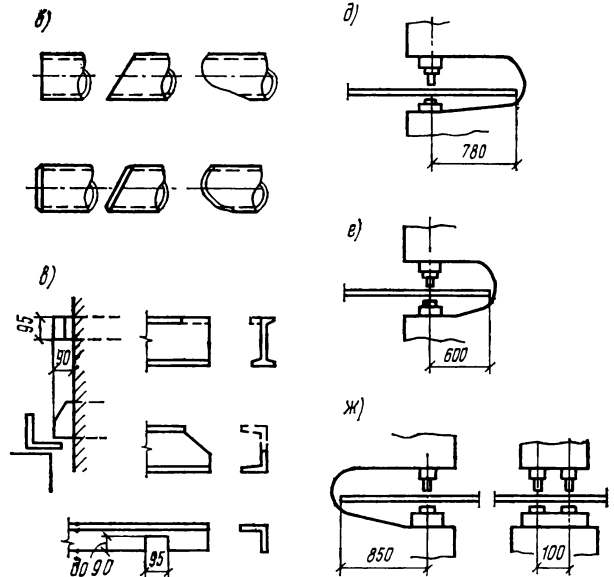
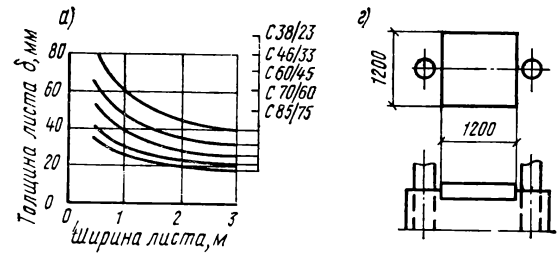


Рис. 5. Технологические возможности оборудования цеха обработки, установленного вне поточных линий

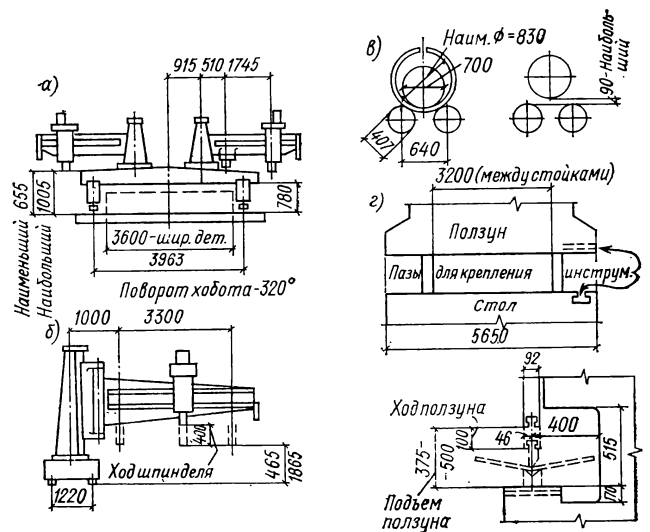


Рис. 6. Технологические характеристики оборудования

Таблица 3. Характеристики оборудования цеха обработки, установленного вне поточных линий

Назначение оборудования	Наименование оборудования	Технологические возможности	№ рисунка
Резка	Гильотинные ножницы	Режут листы сечением до $40 \times \times 3000$ мм	5, а
	Пресс-ножницы	Режут уголки сечением до $200 \times \times 200 \times 25$	—
	Газорезательная машина	Выполняет прямые и фасонные резы труб диаметром от 50 до 426 мм	5, б
	Зарубочная машина	Выполняет вырезы в металле толщиной до 20 мм	5, в
Штамповка	Пресс	Предельное усилие 630 тс	5, г
Стыковая сварка	Стыковочная сварочная машина	Стыкует двутавры до № 60, швеллеры до № 40, уголки до $200 \times \times 200 \times 25$	—
Образование отверстий	Дыропробивной пресс, одноштемпельный	Предельное усилие 80 тс	5, д
	То же, двухштемпельный	Предельное усилие 150 тс	5, е
	Радиально-сверлильный двухшпиндельный станок	Предельное усилие 150 тс	5, ж
	То же, одношпиндельный	Наибольший диаметр сверления 50 мм	6, а
		Наибольший диаметр сверления 35 мм	6, б
Строжка и фрезерование	Кромкострогальный станок	Длина строга-ния — 8 м, F стружки — 50 мм^2	—
	То же	Длина строга-ния — 14 м, F стружки — 50 мм^2	—
	Продольно-строгальный станок	Размеры в плане обрабатываемой детали 1600×6200 мм, $H=1200$ мм	—
	Торцефрезерный станок	Размер обрабатываемой площади 1200×3600 мм	—
Вальцовка и гибка	Листогибочные вальцы	Вальцуют листы сечением до $25 \times \times 8000$	6, в
	Кромкогибочный пресс	Предельное усилие — 315 тс	6, г
	Угловальцовочная машина	Длина штампов — 5650 мм	—
	Машина для гибки труб с нагревом ТВЧ	Вальцует уголки сечением до $180 \times 180 \times 16$	—
		Гнет трубы диаметром от 95 до 299 мм	—

сомагнитный стенд для сборки и сварки листов размером до $3,5 \times 24$ м; сборочный пневматический кондуктор, позволяющий выполнять сборку двутавровых стержней с полной высотой сечения от 400 до 2500 мм и длиной до 24 м (ширина и толщина полок и толщина стенок не ограничиваются); сварочные тракторы ТС-17МУ и ДТС-24; сварочные головки типа А-639. В цехе установлены также роликовые машины для правки «грибовидности» полок стержней и торцефрезерные станки для фрезерования торцов сечением до $1200 \times \times 3600$ мм.

В цехе контрольных и общих сборок имеется двухстоечный торцефрезерный станок, допускающий одновременную обработку торцов сечением до 2250×3900 мм при длине конструкции до 20 м.

В цехе маляропогрузки установлены окрасочно-сушильные камеры размером $5000 \times \times 5000 \times 25000$ мм. Конструкции загружаются в них на двух тележках грузоподъемностью по 16 т каждая. Здесь же установлен конвейер для поточной мойки, огрунтовки и окраски конструкций длиной до 12 м, сечением до $3,2 \times \times 3,2$ м и массой до 10 т.

Если завод имеет другую организационную схему и другое крановое и технологическое оборудование, конструктор должен располагать примерно таким же объемом сведений.

§ 2. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ И ВОЗМОЖНОСТИ МОНТАЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Основную массу строительных конструкций с заводов металлоконструкций до строительных площадок перевозят по железной дороге. Правила перевозки конструкций по железной дороге регламентированы «Техническими условиями погрузки и крепления грузов». (М., «Транспорт», 1969).

Для перевозки конструкций используют четырехосные платформы или четырехосные полувагоны грузоподъемностью 60 т. Намечается применение шестиосных платформ и полувагонов грузоподъемностью 90 т, а также четырехосных платформ грузоподъемностью 60 т, длиной (по осям автосцеп) 20,4 м. Размеры платформ и полувагонов приведены на рис. 7. В особых случаях конструкции с большими габаритными размерами и массой можно перевозить на трайлерах, имеющих грузоподъемность более 100 т.

Для удобства перевозки желательно, чтобы конструкция не выходила за пределы бортов платформы или полувагона. Правилами перевозки грузов по железной дороге разрешается погрузка длинномерных конструкций на одну

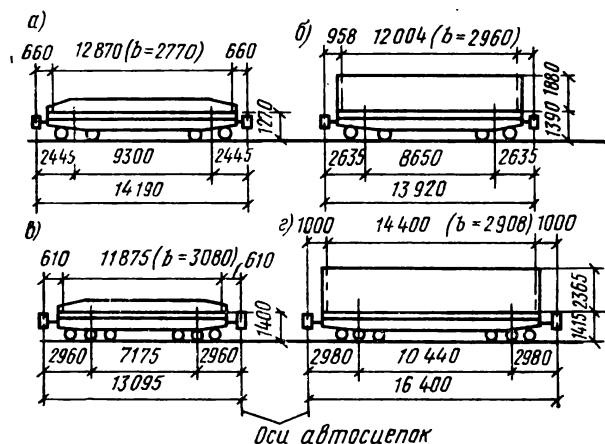


Рис. 7. Размеры железнодорожного подвижного состава
а — платформа грузоподъемностью 60 т; б — полувагон грузоподъемностью 60 т; в — платформа грузоподъемностью 90 т; г — полувагон грузоподъемностью 90 т

платформу со свесом за оси автосцепов в одну или в обе стороны (рис. 8), однако свес не должен быть более указанного в «Инструкции по перевозке грузов негабаритных и погруженных на транспортеры по железным дорогам СССР» (М., «Транспорт», 1968). Предусмотрена погрузка и на две или три платформы. В последнем случае длина конструкций может достигать 40 м. При погрузке на две или три платформы конструкция должна опираться на пол платформ с помощью турникетов — специальных устройств, позволяющих платформам при проходе кривых участков путей поворачиваться относительно продольной оси конструкции.

Высота и ширина перевозимых конструкций, как правило, должна вписываться в габариты железнодорожного подвижного состава, предусмотренные на дорогах СССР и изображенные на рис. 9, а. В виде исключения разрешается перевозка конструкций, размеры которых отвечают требованиям одной из пяти степеней негабаритности (рис. 9, б — е).

При членении конструкций на отправочные марки следует учитывать, что стоимость перевозок возрастает по мере увеличения степени негабаритности. Так, плата за перевозку грузов нулевой и первой степени негабаритности увеличивается по сравнению с тарифами для габаритных грузов на 50%, второй степени — на 100%, третьей — на 200% и четвертой — на 300%. При определении высоты перевозимых конструкций следует учитывать опирание их на пол платформы через деревянные брусья высотой не менее 135 мм или фактическую высоту турникетов, а при определении ширины — увеличение габарита груза при прохождении

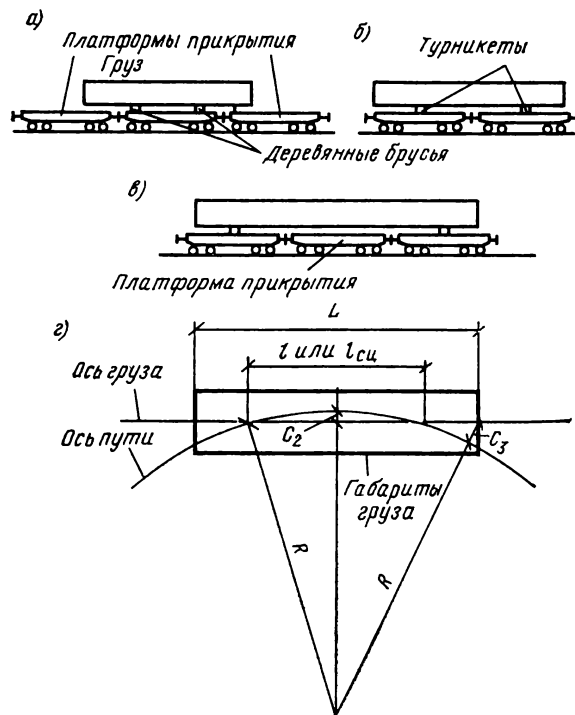


Рис. 8. Схемы погрузки конструкций на платформы
а — погрузка на одну платформу со свесами; б, в — погрузка на два и три вагона с турникетами; г — к расчету негабаритности груза

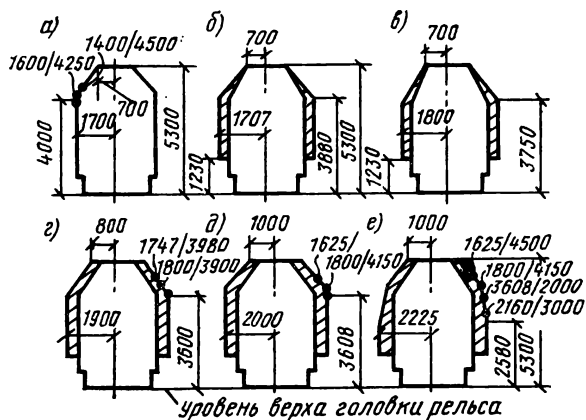


Рис. 9. Габариты на железных дорогах

а — габарит подвижного состава; б — негабаритность нулевой степени; в — негабаритность первой степени; г — негабаритность второй степени; д — негабаритность третьей степени; е — негабаритность четвертой степени (цифры дробью — координаты точек габаритов относительно оси пути и верха головки рельса)

состава на кривых участках пути. Методика вычисления габаритов при прохождении состава на кривых, а также основные правила крепления конструкций к платформам рассмотрены в § 3.

При разработке схем погрузки конструкций на платформы следует обеспечивать равно-

мерную загрузку платформ. Технические условия предусматривают как общую предельную загрузку платформ, так и предельную загрузку отдельных тележек и колесных пар. Смещение центра конструкций с продольной оси платформы не должно превышать 100 мм. Смещение с поперечной оси зависит от массы конструкций, погруженных на платформу, вида подвижного состава (платформы или полувагоны) и его типа (числа осей).

Возможности монтажных организаций — грузоподъемность кранов, размеры площадок для укрупнительной сборки, схемы сборочных и фиксирующих приспособлений в монтажных стыках конструкций, а также виды скоб и упоров для подмостей и кранов — оговаривают в дополнительных технических требованиях, составляемых при согласовании основных положений договора между заказчиком (монтажной организацией) и изготовителем конструкций (заводом).

§ 3. РАБОТА КОНСТРУКТОРА НАД ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬЮ КОНСТРУКЦИЙ

Изучив технологические возможности завода, условия транспортирования конструкций по железной дороге и дополнительные технические требования монтажных организаций, конструктор приступает к работе над технологичностью конструкций.

В первую очередь решается вопрос о членении конструкций на отправочные марки. Для широкораспространенных конструкций зданий и сооружений этот вопрос решается на основе указаний «Инструкции по членению стальных конструкций на отправочные элементы» (Минмонтажспецстрой, 1966). Для остальных конструкций проводится технико-экономический анализ возможных вариантов.

Для сокращения сроков возведения сооружения и снижения стоимости монтажных работ отправочные марки конструкций желательно изготовлять на заводе с максимально возможной степенью готовности и укрупнения.

Максимальные габариты и масса конструкций определяются размерами цехов и грузоподъемностью кранов. На рис. 10 показаны возможные схемы расположения конструкций в основных цехах завода и подъема их мостовыми кранами. В сборочных цехах при двухниточном расположении кранов в одном пролете (рис. 10, а) длина конструкций не должна превышать 16 м. Максимальная масса конструкций при этом равна общей грузоподъемности двух тележек крана. Там же могут быть изготовлены конструкции и большей длины — до 33 м, если организовать их транспортиро-

вание вдоль пролета двумя (рис. 10, б) или четырьмя (рис. 10, в) тележками соседних кранов. В последнем случае для равномерного распределения веса конструкций между тележками кранов необходимо применение траверс.

В цехе маляропогрузки рассматриваемого завода максимальная длина изготавливаемой конструкции составляет 27 м (рис. 10, г), а максимальная масса определяется грузоподъемностью кранов и составляет 60 т, поэтому конструкции длиной 33 м, собираемые в сборосварочных цехах (рис. 10, б, в), должны иметь монтажный стык и разбираться перед отправкой их в цех маляропогрузки.

Технологические возможности завода позволяют в редких случаях изготавливать отправочные марки длиной до 33 м и массой до 100 т. При этом заключительные операции изготовления, покраска и погрузка конструкций на железнодорожные платформы должны выполняться в цехе контрольной и общей сборки. Подъем такой отправочной марки можно осуществить двумя кранами грузоподъемностью $2 \times 20 = 40$ т и $2 \times 30 = 60$ т.

Аналогичные рассуждения позволяют определять максимальную длину и массу отправочных марок при изготовлении их на любом заводе.

Для окончательного решения вопроса о размерах отправочных марок необходимо проверить габариты перевозимых конструкций при прохождении железнодорожного состава на кривых участках пути. Как видно из рис. 8, г, середина груза смещается при этом внутрь кривой на размер C_2 , а конец груза — наружу от кривой на размер C_3 . Размеры C_2 и C_3 зависят от длины груза L , базы подвижного состава l и радиуса кривой R . Базой для платформы является расстояние между осями тележек, а при погрузке на две платформы — расстояние между осями турникетных устройств. Увеличение габарита груза за счет отклонений на кривых частично учитывается при строительстве дорог. На этих участках расстояние от оси пути до строений и до оси соседнего пути увеличено на 105 мм.

Фактическое отклонение (в миллиметрах) внутрь кривой середины груза, погруженного на одну платформу, определяют по формуле

$$C_2 = \frac{l^2}{8R}, \quad (1)$$

а отклонение конца груза наружу от кривой — по формуле

$$C_3 = \frac{L^2}{8R} - \frac{l^2}{8R}. \quad (2)$$

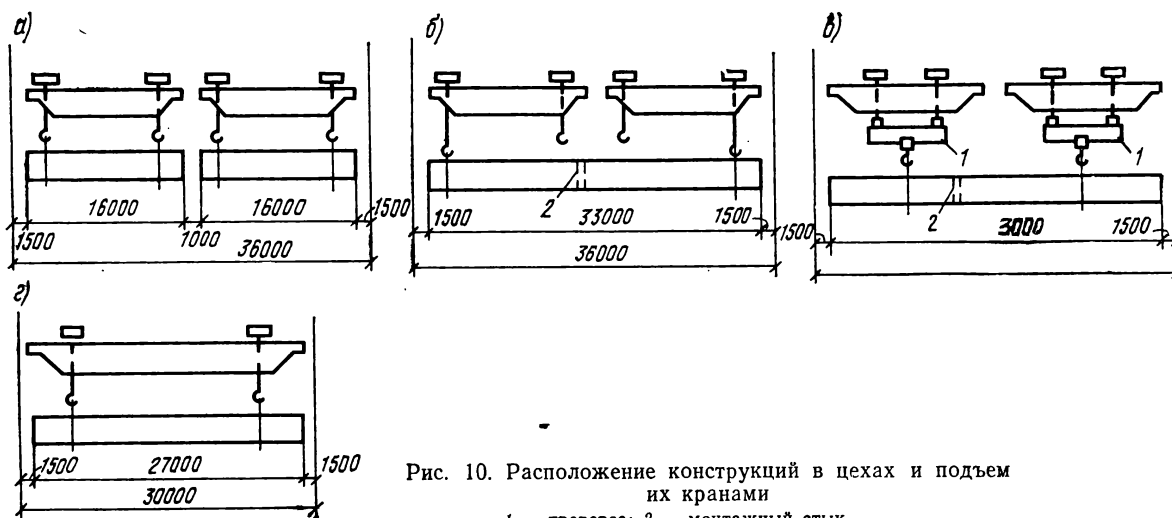


Рис. 10. Расположение конструкций в цехах и подъем их кранами
1 — траверса; 2 — монтажный стык

При погрузке конструкций на сцены платформ размеры отклонения груза могут быть определены по формулам:

$$C_2 = \frac{l_{\text{сц}}^2}{8R} + \frac{l^2}{8R} \quad (3)$$

и

$$C_3 = \frac{L^2}{8R} - \frac{l_{\text{сц}}^2}{8R} - \frac{l_2}{R} \quad (4)$$

Подвижной состав, а вместе с ним и груз могут дополнительно отклоняться в сторону от оси пути вследствие разбега ходовых частей платформы или полувагона на величину

$$K = 55 \left(\frac{L}{l} - 1,41 \right), \quad (5)$$

где 55 мм — смещение, обусловленное конструкцией ходовых частей; L — длина груза; l — база платформы или сцены.

Расчетный габарит конструкций (в миллиметрах) на кривых участках пути определяется по формуле

$$X = B + C_2 \text{ (или } C_3) + K, \quad (6)$$

где B — расстояние от оси платформы до кромки груза при размещении состава на прямом участке пути.

Полученный расчетом размер X сравнивают с фактическим габаритом отправочных марок и определяют степень негабаритности.

При решении вопроса о разбивке конструкций на отправочные марки необходимо учитывать стоимость перевозки. Завод оплачивает повагонно определенную сумму за предоставленный ему подвижной состав в зависимости от дальности перевозок. Кроме того, взимается дополнительная плата, если масса погруженных на вагон конструкций меньше величины, соответствующей нормативному коэффициенту

использования грузоподъемности подвижного состава. Таким образом, завод заинтересован в более полном использовании грузоподъемности подвижного состава и в уменьшении числа вагонов, так как в этом случае стоимость перевозки 1 т конструкции будет ниже.

Если расчетами устанавливают, что членение конструкции на отправочные марки необходимо, то конструктор должен решить, где и какого типа запроектировать монтажный стык. Монтажный стык целесообразно предусмотреть в сечении, которое имеет меньшее число деталей и меньшую площадь. В этом случае стыковые детали будут иметь меньшую массу, и выполнение стыка потребует меньше времени. На рис. 11, б — г показаны три варианта членения колонны (рис. 11, а) на две отправочные марки. Первый вариант б предполагает стык в пределах верхней части колонны. Второй вариант в предусматривает полное отделение верхней части от нижней. По третьему варианту г стык устроен в зоне башмака. Лучший вариант — второй: в нем нет дополнительных стыковых деталей, монтажные швы заменяют часть заводских швов, а сама колонна расчленяется на два элемента, имеющих отличную друг от друга технологию изготовления — сплошной верх и решетчатый низ. Это облегчает организацию их изготовления. Наиболее сложен третий вариант. Монтажный стык перерезает две ветви колонны и решетку. В этом месте колонна имеет наиболее сложное сечение, а ее элементы — максимальные усилия. Подобный монтажный стык следует устраивать только в том случае, когда башмак колонны имеет размеры, выходящие за габарит подвижного состава, и его необходимо выделить как самостоятельную отправочную

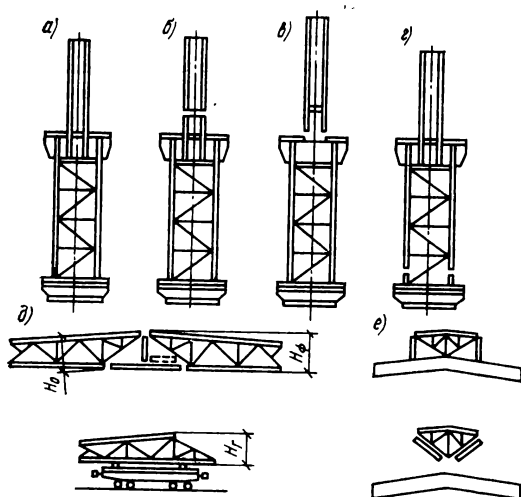


Рис. 11. Членение конструкций на отправочные марки
а—г — колонны; д — стропильной фермы; е — ригеля с фонарем

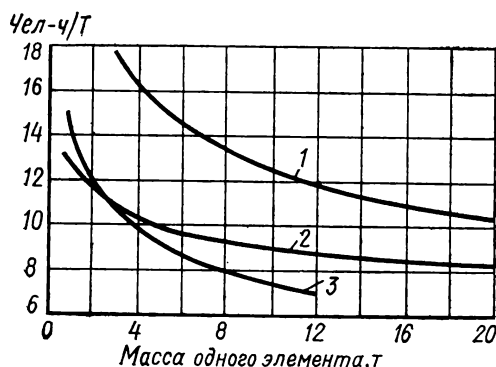


Рис. 12. Зависимость трудоемкости изготовления 1 т конструкций промышленных зданий от их массы
1 — колонны; 2 — подкрановые балки; 3 — фермы

марку. Первый вариант со всех точек зрения является промежуточным.

Лучшие решения получаются, когда конструкции имеют наименьшее число отправочных марок максимально возможной длины. На рис. 11, д показано рациональное членение на отправочные марки фермы пролетом 36 м. Ее высота в середине $H_ф$ больше допускаемого железнодорожного габарита $H_г$. Проектом предусмотрено членение фермы только на три элемента с четырьмя сравнительно простыми монтажными узлами. Половины фермы укладывают на платформы верхним поясом вниз; в этом случае они становятся габаритными по высоте, так как $H_0 \leq H_г$.

Практика показывает, что целесообразно отделять для транспортирования тяжелые компактные части конструкций от легких ча-

стей, имеющих большие размеры, так как в противном случае обычно последние повреждаются при перевозке. На рис. 11, е показан ригель покрытия промышленного здания, рассчитанный на совместную работу с фонарем; на время перевозки желательно фонарь отделить от ригеля.

При решении вопроса о членении конструкции важное значение придается выбору стыков. Наиболее легкие, наименее трудоемкие и самые дешевые — сварные стыки. В табл. 4 приведена трудоемкость выполнения различных типов равнопрочных стыковых соединений сплошной балки высотой 600 мм. Приведенные данные подтверждают целесообразность сварных стыков.

Исследования зависимости трудоемкости изготовления 1 т колонн, балок и ферм от массы элемента (рис. 12) показывают, что элементы без стыков (более тяжелые) менее трудоемки, так как изготовление любого целого элемента требует меньше времени, чем его частей в отдельности. Это объясняется сокращением числа и трудоемкости большинства основных технологических и вспомогательных (транспортных) операций.

Следующий этап работы конструктора — составление технических и заказных спецификаций на металл. При составлении спецификаций на металл следует учитывать необходимые технологические припуски на длину, ширину и толщину металла, а также технологические возможности оборудования завода. Размеры необходимых припусков приведены в табл. 5.

Например, при заказе листов для башмаков колонн необходимо предусматривать припуски по толщине на строжку или фрезерование ее плоскостей. Если плита по проекту должна иметь толщину 45 мм, а обрабатываться будет одна плоскость, то для таких плит требуются листы толщиной 50—55 мм. Для стенки подкрановой балки шириной 1,5 м и длиной 12 м требуются более широкие и длинные листы, причем на каждую кромку должен быть предусмотрен припуск: на ширину листа — по 15 мм на обрезку каждой кромки и 5 мм на строжку кромки, прилегающей к верхнему поясу; на длину листа — по 15 мм на обрезку, примерно 10 мм на усадку от сварки и по 10 мм на каждый торец для фрезерования. Таким образом, ширина заказываемого листа должна быть не менее $1500 + (2 \times 15) + 5 = 1535$ мм, а длина $12000 + (2 \times 15) + 10 + (2 \times 10) = 12060$ мм. Излишние припуски не рекомендуются, так как на удаление их требуется дополнительное время и, кроме того, увеличиваются отходы металла.

Т а б л и ц а 4. Трудоемкость выполнения стыков различных типов

№ варианта	Тип стыка	Масса элементов стыка, кг				Трудовые затраты, чел.-ч									Стоимость устройства стыков, % к варианту 2
		сварных швов	накладок	болтов, шайб, заклепок	итого	на заводе					на монтаже			всего	
						обработка	сборка	сварка	расверловка отверстий	итого	сборка	постановка болтов или заклепок	итого		
1	Сварной встык (фаски — У)	1,27	—	—	1,27	0,25	0,45	128	—	1,98	—	—	—	1,98	132
2	Сварной встык (фаски — Х)	0,45	—	—	0,45	0,25	0,45	0,89	—	1,59	—	—	—	1,59	100
3	Сварной с накладками	3,97	61,7	—	65,67	0,83	0,45	194	—	3,22	—	—	—	3,22	470
4	На болтах нормальной точности	—	105,2	32,9	138,1	3,36	0,18	—	—	3,54	0,36	3	3,36	6,90	1022
5	На болтах повышенной точности	—	88,2	26,7	114,9	2,7	0,36	—	0,52	3,58	0,36	3,2	3,56	7,14	1170
6	На болтах высокой прочности	—	74,8	25,3	100,1	2,6	0,18	—	—	2,78	0,36	8,9	9,26	12,04	1282
7	На заклепках	—	88,4	13,7	102,1	2,7	0,36	—	0,52	3,58	0,36	1,48	1,84	5,42	736

При составлении заказных спецификаций на металл учитываются также технологические возможности правильного оборудования цеха подготовки (см. § 1). Например, при заказе листового металла следует в ряде случаев ограничивать размеры сечения листа, учитывая мощность листопрямильных вальцов и класс стали (см. рис. 5, а).

При заказе металла следует также учитывать технологические возможности оборудова-

ния и транспортных средств поточных линий по обработке листов, уголков, швеллеров и двутавров, гнутых профилей. Например, поточные линии по обработке листов на рассматриваемом заводе позволяют обрабатывать листы размером не более 2,5×14 м. При заказе металла следует принимать во внимание технологические возможности и других видов оборудования, которое потребуется при изготовлении тех или иных конструкций.

После составления заказной спецификации на металл конструктору необходимо наметить наиболее оптимальный вариант технологического маршрута обработки деталей, сборки и сварки конструкций, чтобы предусмотреть его при разработке чертежей КМД. Для этого он производит анализ технологических возможностей оборудования, имеющегося в цехах обработки и сборосварочном цехе (см. § 1).

Газорезательная машина для труб выполняет прямые резы труб — перпендикулярные и под углом к продольной оси, а также фасонные, для непосредственного примыкания труб друг к другу в узлах решетчатых конструкций с одновременным снятием фасок (см. рис. 5, б) при диаметре труб от 50 до 426 мм. При других диаметрах труб обработка их концов производится иными способами.

Зарубочная машина может выполнять вырезы в прокате различных профилей. Размеры вырезов должны быть согласованы с размерами инструмента машины (см. рис. 5, в). Вырезы могут быть выполнены и за несколько ходов ползуна машины с передвижкой обраба-

Т а б л и ц а 5. Размеры припусков на технологические операции и усадку от сварки

Технологические операции	Припуск, мм
Обрезка торцов и кромок кислородом и на ножницах	15—20 на один торец или одну кромку
Кислородная резка	3—10 на один рез в зависимости от толщины металла
Строжка кромок листов	5 на каждую кромку
Строжка или фрезерование плоскости плит	5—10 на одну плоскость
Сварка листа встык	1 на каждый стык
Сварка стыка с накладками	0,5 на каждый стык
Сварка поясных швов	0,1 на 1 м длины балки
Приварка ребер жесткости	1 на пару ребер
Сварка узла фермы	0,5 на узел
Сварка стыка поясов фермы с уголками	0,5 на стык
Кислородная резка торцов конструкций	20—30 на каждый торец
Фрезеровка торцов	10 на каждый торец

тываемой детали. Размеры деталей, штампуемых на прессе (см. рис. 5, *г*), должны быть согласованы с размерами стола пресса.

При продавливании отверстий на дыропробивных прессах (см. рис. 5, *д, е, ж*) необходимо учитывать размер зева пресса, т. е. расстояние от оси штемпеля до внутренней поверхности станины. На прессах можно продавливать отверстия, находящиеся от краев деталей на расстояниях не более ширины зева. Диаметр продавливаемых отверстий зависит от мощности пресса, толщины детали и класса стали.

Радиально-сверлильные станки (см. рис. 6, *а* и *б*) могут сверлить отверстия диаметром не более 50 мм. Для сверления отверстий большего диаметра могут применяться только расточные станки механического цеха. Сечение вальцуемых деталей должно соответствовать мощности листогибочных вальцев, для которых наименьший радиус вальцовки равен примерно 1,15—1,2 диаметра верхнего вала. Габариты деталей, изгибаемых на кромкогибочном прессе (см. рис. 6, *г*), при длине заготовки более 3100 мм на всех этапах гибки не должны быть больше размера зева станка. Заготовка меньшей длины проходит между стойками пресса, и габариты изгибаемой детали могут превышать размер зева.

В целях стандартизации инструментов на заводе целесообразно иметь типовую технологию образования отверстий под болты и заклепки. Варианты типовой технологии применительно к крепежным изделиям наиболее распространенных диаметров показаны в табл. 6, где приведена также номенклатура инструментов, необходимых для образования отверстий.

При выборе окончательного варианта технологии следует учитывать, что возможность продавливания отверстий ограничивается мощностью дыропробивного пресса и прочностью штемпелей. На рис. 13 дан график зависимости необходимого усилия продавливания $P_{\text{ш}}$ от диаметра штемпеля $d_{\text{ш}}$ и класса прочности обрабатываемой стали при толщине детали 10 мм. Пунктирной линией указаны допускаемые усилия на штемпели, изготовленные из стали Х12М. Из сравнения усилий, необходимых для образования отверстий, с допускаемыми усилиями на штемпели можно сделать вывод, что продавливать отверстия в деталях из сталей высокой прочности классов С-70/60 и С-85/75 можно только при их небольшой толщине. Если характер конструкций требует образования отверстий для болтов повышенной точности и заклепок сверлением по кондукторам, то отверстия выполняют сразу на проектный диаметр.

Таблица 6. Варианты типовой технологии образования отверстий под болты и заклепки

Крепежные изделия и инструменты для образования отверстий	Способ образования отверстий	Диаметр отверстий (в мм) при номинальных диаметрах крепежных изделий, мм		
		16	20	24
Болты нормальной точности	Продавливать	19	23	27
	Сверлить	19	23	27
Болты повышенной точности	Сверлить	13	17	21
	Рассверливать	16	20	24
Болты высокой прочности	Сверлить	19	23	27
Заклепки	Продавливать	13	17	21
	Сверлить	13	17	21
	Рассверливать	17	21	25
Штемпели диам. 13, 17, 19 мм		21	23	27
Сверла диам. 13, 17, 19 мм		21	23	27
Развертки диам. 16, 17, 20 мм		21	24	25

Разрабатывая технологические маршруты сварки конструкций, следует учитывать существенные преимущества автоматической сварки перед другими видами сварки, применяемыми при изготовлении строительных конструкций.

На графиках рис. 14 приведены нормы времени на сварку 1 м шва различными способами. Из графиков следует, что при автоматической сварке как угловых, так и стыковых швов на выполнение равных объемов работ требуется значительно меньше времени, чем при других видах сварки. Необходимо также принимать во внимание, что при автоматической сварке ввиду более глубокого провара соединяемых деталей толщина угловых швов при равной их прочности меньше, чем при полуавтоматической и тем более при ручной сварке.

В табл. 7 приведены толщины эквивалентных по прочности сварных угловых швов, выполненных различными способами. При автоматической сварке объемы наплавляемого металла примерно в 2 раза меньше, чем при ручной. Автоматическая сварка имеет существенные преимущества перед другими видами сварки не только по производительности, но и по стоимости и качеству. Преимущества автоматической сварки, выполняемой на заводе, могут быть реализованы только в том случае,

если конструкция отвечает технологическим требованиям этого вида сварки.

В цехе заготовок (или цехе автоматической сварки) сваривают стыки листов и полос, кольцевые и продольные стыки труб, а также поясные швы двутавровых стержней.

Таблица 7. Толщины сварных угловых швов, выполненных разными способами

Вид сварки	Толщина швов, эквивалентных по прочности, мм						
	4	6	8	10	12	14	16
Автоматическая	4	6	8	10	12	14	16
Полуавтоматическая	5	8	10	14	17	20	23
Ручная	6	9	12	14	17	20	23

Примечание. Швы, толщины которых расположены выше жирной линии, выполняются за один проход, остальные — за несколько проходов.

Практически все стыковые швы листов и полос длиной 1 м и более целесообразно сваривать автоматической сваркой. Если необходимо сваривать стыки более узких полос, то их можно перед сваркой уложить рядом так, чтобы одна выводная планка была общей для двух полос. Если полосы вырезают на заводе из листа, рационально сначала сварить стык листов, а затем уже распустить удлиненный лист на полосы (рис. 15, а). Эти приемы широко применяют на практике.

Кольцевые и продольные швы труб любых диаметров можно сваривать снаружи автоматическими установками. Сварку с внутренней стороны сварочными тракторами можно производить при диаметре трубы не менее 1200 мм.

Выбирая способ сварки поясных швов двутавровых стержней, необходимо учитывать габариты сварочного оборудования. Тракторами ТС-17МУ можно сваривать швы в балках с высотой стенки не менее 380 мм при свесе пояса не более 120 мм. С увеличением высоты стенки допускаемый свес пояса увеличивается. Для сварки балок меньшего сечения применяют сварочные головки. На рис. 16, а приведен график для определения предельных размеров элементов балок, при которых возможна сварка поясных швов трактором ТС-17МУ и головкой А-639. На графике пунктирными стрелками в качестве примера показано определение максимального свеса полки при высоте стенки 550 мм (сварка головкой А-639).

Для наиболее широкого применения автоматической сварки необходимо, чтобы на первых этапах изготовления конструкция могла быть расчленена на отдельные элементы, кото-

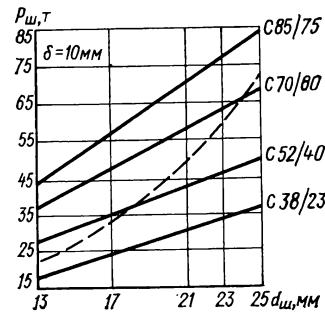


Рис. 13. Усилия, необходимые для продавливания отверстий

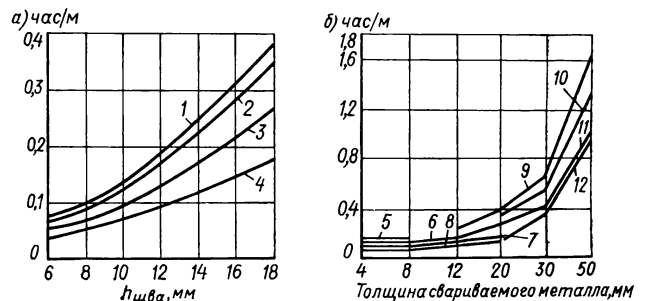


Рис. 14. Нормы времени на сварку 1 м шва

а — угловые швы; б — стыковые швы; 1 — ручная сварка; 2 — полуавтоматическая под флюсом; 3 — полуавтоматическая в среде углекислого газа; 4 — автоматическая; 5 — ручная без фасок на кромках свариваемых деталей; 6 — полуавтоматическая под флюсом без фасок; 7 — полуавтоматическая в среде CO_2 без фасок; 8 — автоматическая под флюсом без фасок; 9 — ручная с X-образной фаской; 10 — полуавтоматическая под флюсом; 11 — то же, в среде CO_2 ; 12 — автоматическая под флюсом с X-образной фаской

рые можно собрать и сварить в цехе автоматической сварки. На рис. 15, б, в показаны два конструктивных решения тяжелой колонны. В варианте б пояса ветвей объединены в одну деталь с траверсами башмака и переходной части. В этом случае необходимо колонну собирать сразу полностью по разметке на стеллажах, и автоматическая сварка поясных швов ветвей становится невозможной. В варианте в нижняя часть колонны состоит из двух самостоятельных двутавров, соединяемых решеткой и деталями траверс. При таком решении ветви можно собирать в кондукторе, а их поясные швы заваривать трактором или головкой.

Вид сварки (полуавтоматическая или ручная) также предъявляет определенные требования к форме конструкции. Взаимное расположение деталей конструкции и их размеры необходимо согласовывать с габаритами головок полуавтоматических установок, а также размерами электродов, держателя и руки сварщика в случае ручной сварки. Место сварки должно быть хорошо видно, а выполненный шов доступен для осмотра. На рис. 16, б даны габариты головок полуавтоматических установок, а на рис. 16, в показана сварка в некото-

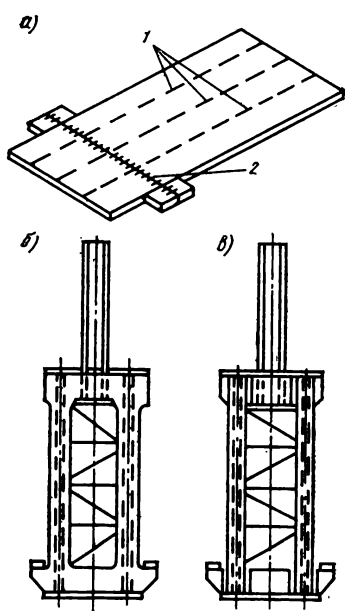


Рис. 15. Примеры конструктивных решений, позволяющих расширить область применения автоматической сварки

a — сварка стыков до рубки на полосы; *б*, *в* — членение колонны на элементы; 1 — линия разреза; 2 — сварной стык

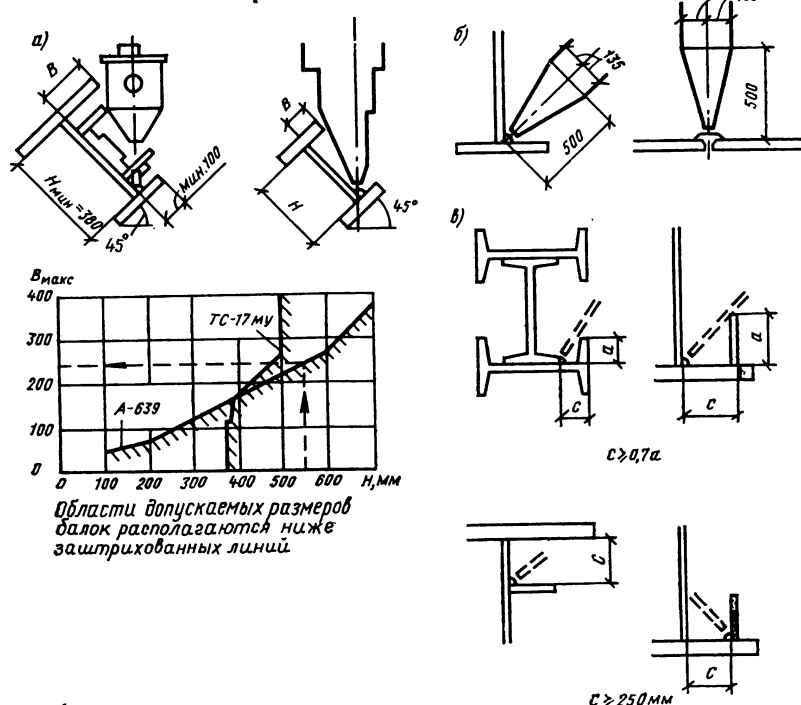


Рис. 16. Условия применения различных видов сварки
a — автоматической; *б* — полуавтоматической; *в* — ручной

рых малодоступных местах, выполняемая ручным способом.

При проектировании сварных конструкций следует учитывать рассмотренные выше технологические возможности каждого вида сварки и стремиться к максимальному применению механизированных видов сварки, допуская ручную сварку в особо «тесных» местах конструкции.

При проектировании монтажных стыков на заклепках учитывают размеры клепального инструмента — поддержек, обжимок и клепальных молотков. Особенность соединений на заклепках состоит в том, что головка поставленной заклепки не должна препятствовать постановке следующей заклепки, а форма и размеры собираемых конструкций должны быть удобными для размещения клепального инструмента. Примеры размещения заклепок в стыках сварных двутавровых балок приведены на рис. 17. Расстояние *a* между центрами соседних заклепок, расположенных в одной плоскости, должно быть не менее трех диаметров заклепки. Расстояние от оси заклепки до кромок деталей, находящихся в плоскости, параллельной ее оси (размер *b*), должно быть не менее радиуса поддержки $R_{\text{п}}$ (рис. *a*) или радиуса ствола клепального молотка $R_{\text{м}}$ (рис. *б*).

В отдельных случаях размещению поддержки или молотка может мешать головка заклепки, установленной ранее в плоскости, параллельной оси клепального инструмента. В этом случае следует либо увеличивать размер *b*, либо смещать оси заклепок в одной плоскости относительно осей заклепок в другой плоскости на размер *m*, который может быть определен по формуле

$$m = \sqrt{(R_{\text{г}} + R_{\text{н}})^2 - (c + b)^2}. \quad (7)$$

Здесь $R_{\text{г}}$ — радиус головки заклепки; $R_{\text{н}}$ — радиус сечения поддержки (или молотка); $(c + b)$ — расстояние от центра головки одной заклепки до оси другой заклепки.

Значения величин, необходимых для вычисления *m*, даны в таблице к рис. 17. В особых случаях конструктор может предусматривать определенную очередность постановки заклепок с тем, чтобы обеспечить возможность их клепки.

При выполнении болтовых соединений для размещения гаечных ключей необходимо, чтобы расстояние между осями болтов, расположенных в одной плоскости, было не менее трех диаметров болта.

Понятие технологичной в изготовлении конструкции не ограничивается обязательным соответствием ее габаритов размерам цехов и